



# ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ПІДХІД В МАШИНОБУДУВАННІ ТА МАТЕРІАЛООБРОБЦІ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Третій (Доктор Філософії)</i>
Галузь знань	<i>Для інженерних напрямів підготовки</i>
Спеціальність	
Освітня програма	<i>Всі освітні програми</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>3 кредити</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>екзамен</i>
Розклад занять	
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: д.т.н., проф.. Струтинський В.Б.</i>
Розміщення курсу	<i>Google classroom, код курсу 4ddqris</i>

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Дисципліна " Функціональний підхід в машинобудуванні та матеріалообробці " є однією з основних дисциплін творчого циклу для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня " *Доктор Філософії* ". Вона продовжує і узагальнює одержання студентами взаємозв'язаних знань в галузях фізико-математичних та прикладних інженерних наук.

#### *Будемо вивчати:*

В курсі розглянуто загальні відомості про функціональний підхід машинобудуванні та матеріалообробці Дані конкретні рекомендації по застосуванню одержаних знань і вмій для виконання наукових робіт, зокрема при дослідженнях в рамках дисертаційної роботи.

Значне місце в курсі відведено застосуванню можливостей математичних пакетів, зокрема MathCAD та системи SIMULINK пакету MATLAB.

Цей курс дає потужний теоретико-практичний інструмент майбутньому науковцю, інженеру-педагогуфахівцю в галузі технічних наук.

Курс має практичне спрямування, зокрема він покликаний надати допомогу аспіранту при виконанні досліджень в рамках дисертаційної роботи.

**МЕТА ВИКЛАДАННЯ КУРСУ:** є придбання аспірантами:

- здатності функціонального підходу в машинобудуванні та матеріалообробці;
- навичок функціонального підходу в машинобудуванні та матеріалообробці.

ЗАВДАННЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ полягає в набутті магістрантами:

- *знання* принципів функціонального підходу в машинобудуванні та матеріалообробці, особливостей алгоритмів і програм обчислювальних процедур, що реалізують процес функціонального підходу в машинобудуванні та матеріалообробці;
- *вміння* поставити задачу функціонального підходу в машинобудуванні та матеріалообробці;
- *навичок* практичної роботи по функціонального підходу в машинобудуванні та матеріалообробці.

ПРЕДМЕТОМ КУРСУ є функціональний підхід в машинобудуванні та матеріалообробці та його використання при проведенні наукових досліджень.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

*Дисципліна продовжує професійно-орієнтовані дисципліни та має професійне спрямування. Продовжує дисципліни :*

*Математичне моделювання процесів та систем* -2-й курс магістерської підготовки.

*та інші професійно-орієнтовані дисципліни. Успішне засвоєння модуля можливе при набутті попередніх або одночасних знань*

## **Зміст навчальної дисципліни**

*Розділ 1. Методологія функціонального підходу та її реалізація в дисертаційній роботі на здобуття вченого ступеня «Доктор філософії» (PhD).*

*Тема 1.1. Основи реалізації функціонального підходу в машинобудуванні та матеріалообробці.*

*Тема 1.2. Особливості структури дисертаційної роботи на здобуття вченого ступеня «Доктор філософії» (PhD).*

*Розділ 2. Реалізація функціонального підходу із застосуванням цифрових моделей систем машинобудування і матеріалообробки.*

*Тема 2.1. Цифрові моделі у вигляді впорядкованих багатовимірних масивів.*

*Тема 2.2. Перетворення і аналіз цифрових моделей.*

*Розділ 3. Континуальні моделі для реалізації функціонального підходу в машинобудуванні та матеріалообробці.*

*Тема 3.1. Континуальні моделі побудовані на основі скалярних і векторних полів.*

*Тема 3.2. Функціональний підхід реалізований методами тензорного числення.*

*Тема 3.3. Континуальні моделі функціонального підходу на основі тензорних полів.*

*Розділ 4. Комп'ютерна реалізація функціонального підходу для цифрових і континуальних моделей систем машинобудування та матеріалообробки.*

*Тема 4.1. Застосування математичних пакетів для роботи з цифровими моделями.*

*Тема 4.2. Реалізація континуальних моделей засобами математичних пакетів.*

*Розділ 5. Спеціальні методи реалізації функціонального підходу на основі штучних нейронних мереж та нечітких множин для характеристики систем машинобудування та матеріалообробки.*

*Тема 5.1. Штучні нейронні мережі та їх застосування при функціональному підході в машинобудуванні та матеріалообробці.*

*Тема 5.2. Нечіткі (fuzzy) множини в системах матеріалообробки, нечітке керування.*

*Розділ 6. Фізичні аспекти функціонального підходу в машинобудуванні та*

матеріалообробці та їх дослідження за допомогою цифрових та континуальних моделей.

Тема 6.1. Підхід до аналізу процесів тертя, ковзання та контактного деформування в машинобудуванні та матеріалообробці.

Тема 6.2. Функціональний підхід для аналізу процесів у прецизійних вузлах кочення.

Тема 6.3. Функціональний підхід дослідження характеристик процесу різання.

Розділ 7. Функціональний підхід в дослідженні специфічних задач матеріалообробки.

Тема 7.1. Інтегральні методи обробки, вібраційна обробка деталей вільним абразивом.

Тема 7.2. Високочастотна вібраційна обробка мікрорізнанням.

Тема 7.3. Швидкісна віброударна обробка.

Розділ 8. Функціональний підхід до оцінки якості оброблених поверхонь на основі континуальних моделей у вигляді тензорних полів.

Тема 8.1. Спектральний та гіперспектральний аналіз топограм оброблених поверхонь (диференціальний підхід).

Тема 8.2. Тензорні характеристики мікропрофіля обробленої поверхні (інтегральний підхід).

Розділ 9. Функціональний підхід до аналізу динамічних робочих процесів у машинах.

Тема 9.1. Підходи до аналізу динамічних процесів в зубчастих передачах.

Тема 9.2. Функціональний підхід до аналізу просторових мікропереміщень в обертових системах.

Тема 9.3. Підхід до оцінки впливу гіроскопічних моментів у машинах з обертовими вузлами.

Тема 9.4. Особливості функціонального підходу до аналізу систем в розподілених параметрах

Форма навчання	СЕМЕСТР	Всього	Розподіл за семестрами та видами занять						СРС	Семестрова атестація		
			Лекції	Практичні заняття	Семінари	Лабораторні роботи	Комп'ютерний практикум	Модульні контрольні роботи			Всього	У тому числі на виконання індивідуальних семестрових завдань

денна	4	150	54	-	-	-	-		96	20	екзамен
-------	---	-----	----	---	---	---	---	--	----	----	---------

### 3. Навчальні матеріали та ресурси

Базова:

1. Струтинський В.Б. *Методологія наукових досліджень: Підручник з грифом «КПІ» ім. Ігоря Сікорського /Струтинський В.Б., Гуржій А.М./ Житомир: ПП «Рута», 2018 – 581с*
2. Струтинський В.Б. *Наземні роботизовано комплекси: монографія /Струтинський В.Б., Гуржій А.М./ Житомир: ПП «Рута», 2023 – 525 с.*

#### 4. Додаткова навчально–методична література

1. Струтинський В.Б. *Технологія моделювання динамічних процесів та систем: монографія / В.Б. Струтинський, Н.Р. Веселовська. – Вінниця: О.Власюк, 2007. – 466 с.*
2. Струтинський В.Б. *Динамічні процеси в металорізальних верстатах: монографія / В.Б. Струтинський, В.М. Дрозденко. - Київ.: Основа-Принт, 2010. – 440 с.*
3. Струтинський В.Б. *Статистична динаміка шпindelьних вузлів на гідростатичних опорах: монографія / В.Б. Струтинський, Д.Ю. Федориненко. □ Ніжин: ТОВ „Видавництво „Аспект-Поліграф”, 2011. □ 464 с.*
6. Струтинський В.Б. *Вібраційні процеси механічної обробки: монографія / В.Б. Струтинський, І.В. Перфілов. - Київ: Хімджест. - 2015. – 579 с.*
8. Струтинський В.Б. *Вібраційна обробка (Теорія й практика застосування): монографія / В.Б. Струтинський, М.О. Калмиков*
9. Струтинський В.Б. *Вібраційна обробка (Теорія й практика застосування): монографія / В.Б. Струтинський, М.О. Калмиков. - Луганськ: Вид-во «Ноулідж», 2010. – 427 с.*
10. Струтинський В.Б. *Оздоблювально-абразивні методи обробки: Підручник / В.Б. Струтинський, М.О. Калмиков, С.М. Ясунік, Л.М. Лубенська. - Луганськ: вид-во «Ноулідж», 2011. - 268с.*
- Луганськ: Вид-во «Ноулідж», 2010. – 427 с.
11. Струтинський В.Б. *Оздоблювально-абразивні методи обробки: Підручник / В.Б. Струтинський, М.О. Калмиков, С.М. Ясунік, Л.М. Лубенська. - Луганськ: вид-во «Ноулідж», 2011. - 268с.*

#### Навчальний контент

##### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

*Лекції проводяться з використанням наочних засобів представлення матеріалу з використанням методичних матеріалів, доступ до яких наявний у студентів. Під час дистанційної форми навчання – у вигляді відеоконференцій із використанням презентаційних матеріалів.*

*На лекційних заняттях проводиться вивчення наступного матеріалу:*

##### *Розділ 1.*

*Методологія функціонального підходу. Загальна характеристика. Сучасний математичний апарат. Робочі процеси. Динамічні характеристики. Методологія функціонального підходу та її реалізація в дисертаційній роботі на здобуття вченого ступеня «Доктор філософії» (PhD). Структура дисертаційної роботи (PhD). Формування змісту роботи. Процедура захисту. Сітковий графік.*

## *Розділ 2.*

*Реалізація функціонального підходу цифровими та континуальними моделями. Принципові відмінності застосування моделей різного виду.*

*Підхід на основі цифрових моделей систем машинобудування і матеріалообробки.*

*Цифрові моделі у вигляді впорядкованих багатовимірних масивів.*

*Перетворення і аналіз цифрових моделей.*

## *Розділ 3*

*Континуальні моделі для реалізації функціонального підходу в машинобудуванні та матеріалообробці.*

*Континуальні моделі побудовані на основі скалярних і векторних полів.*

*Функціональний підхід реалізований методами тензорного числення.*

*Континуальні моделі функціонального підходу на основі тензорних полів.*

*Тензорні поля тензорів моментів інерції. Методи формування тензорного поля. Стохастичні тензорні поля. Диференціальні операції в тензорному полі. Згортка тензорів.*

## *Розділ 4.*

*Комп'ютерна реалізація функціонального підходу для цифрових і континуальних моделей систем машинобудування та матеріалообробки.*

*Застосування математичних пакетів для роботи з цифровими моделями.*

*Реалізація континуальних моделей засобами математичних пакетів.*

*Аналіз профілограм та просторових топограм мікропрофіля. Застосування рядів Фур'є для аналізу перетину мікропрофілю. Застосування кратних рядів Фур'є.*

## *Розділ 5.*

*Спеціальні методи реалізації функціонального підходу на основі штучних нейронних мереж та нечітких характеристик систем машинобудування та матеріалообробки.*

*Штучні нейронні мережі та їх застосування при функціональному підході в машинобудуванні та матеріалообробці.*

*Нечіткі (fuzzy) параметри в системах матеріалообробки, нечітке керування.*

## *Розділ 6.*

*Фізичні аспекти функціонального підходу в машинобудуванні та матеріалообробці та їх дослідження за допомогою цифрових та континуальних моделей.*

*Підхід до аналізу процесів тертя, ковзання та контактного деформування в машинобудуванні та матеріалообробці. Тензорні характеристики просторового різання, процесів тертя і контактного деформування.*

*Функціональний підхід для аналізу процесів у прецензійних вузлах кочення.*

Функціональний підхід дослідження характеристик процесу різання.

#### Розділ 7.

Функціональний підхід в дослідженні специфічних задач матеріалообробки. Векторні поля застосовані для аналізу процесу обробки.

Інтегральні методи обробки, вібраційна обробка деталей вільним абразивом.

Високочастотна вібраційна обробка мікрорізанням. Цифрові моделі вібраційної та віброударної обробки.

Особливості мікрофрезерувальної обробки із застосуванням високочастотного вібраційного пристрою.

Швидкісна вібраційна обробка.

Швидкісна термомеханічна обробка дисковим інструментом. Процеси тепломасопереносу при термомеханічній обробці.

#### Розділ 8.

Функціональний підхід до оцінки якості оброблених поверхонь на основі континуальних моделей у вигляді тензорних полів. Аналіз профілограм та просторових топограм мікропрофіля. Застосування рядів Фур'є для аналізу перетину мікропрофілю. Застосування кратних рядів Фур'є.

Спектральний та гіперспектральний аналіз топограми обробленої поверхні (диференціальний підхід).

Тензорні характеристики мікропрофіля обробленої поверхні (інтегральний підхід). Інтегральні властивості ділянки мікропрофіля. Характеристичні напрямки. Головні значення тензорної характеристики мікропрофіля.

#### Розділ 9.

Функціональний підхід до аналізу динамічних робочих процесів у машинах.

Підходи до аналізу динамічних процесів в зубчастих передачах. Нечітко визначені процеси в зубчастих передачах, розрахунок, динамічні характеристики.

Функціональний підхід до аналізу просторових мікропереміщень в обертових системах. Статистичні характеристики обертових систем.

Підхід до оцінки впливу гіроскопічних моментів у машинах з обертовими вузлами. Параметричні коливання обумовлені гіроскопічними моментами.

Особливості функціонального підходу до аналізу систем в розподілених параметрах. Оцінка впливу розподіленості параметрів у пасових передачах та в консольному інструменті.

Аспіранти залучаються до обговорення лекційного матеріалу та задають питання, щодо його сутності.

**ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ не передбачені**

Під час вивчення курсу застосовуються стратегії активного і колективного навчання, які визначаються наступними методами і технологіями:

- 1) методи проблемного навчання (проблемний виклад, частково-пошуковий (евристична бесіда) і дослідницький метод);
- 2) особистісно-орієнтовані (розвиваючі) технології, засновані на активних формах і методах навчання («мізковий штурм», «аналіз ситуацій» і ін.);



3) інформаційно-комунікаційні технології, що забезпечують проблемно-дослідницький характер процесу навчання та активізацію самостійної роботи студентів (електронні презентації, застосування на основі комп'ютерних і мультимедійних засобів практичних завдань, доповнення традиційних навчальних занять засобами взаємодії на основі мережевих комунікаційних можливостей (програми засоби, мобільні застосунки і ін.).

## **6. Самостійна робота студента**

Самостійна робота аспіранта включає підготовку до занять, виконання індивідуальних завдань за тематикою занять

## **Політика та контроль**

### **7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

Засвоєння лекційного матеріалу і матеріалу практичних занять є обов'язковим.

Головна частина рейтингу аспіранта формується через активну участь у практичних заняттях та отримання результатів контрольної роботи.

Студенти отримують всі матеріали в Google classroom, а також можливе передання через e-mail, **кампус** чи telegram-канал.

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки аспіранта і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

### **8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)**

#### **Пропущені контрольні заходи оцінювання**

Для відпрацювання пропущеного заняття аспіранта протягом одного тижня має зв'язатись із викладачем для погодження форми і порядку усунення заборгованості.

#### **Оцінювання та контрольні заходи**

##### **Оцінювання здобувача вищої освіти**

Ваговий бал – в середньому 8 за 2 академічних години - одне заняття.

10 балів – аспіранта підготовлений до заняття, виконує завдання викладача вірно і вчасно;

8 балів – аспіранта підготовлений до заняття, виконує завдання викладача не повністю вірно і з запізненням;

4 бали – студент відсутній на занятті, але самостійно опрацював тему та виконав завдання викладача і подав його протягом 2-х тижнів після проведення відповідного заняття (ці бали враховуються для усіх занять, на яких був відсутній студент);

2 бали – аспіранта або не підготовлений до заняття, або не виконує завдання викладача, але присутній і приймає активну участь у роботі на занятті;

0 балів – аспіранта відсутній на занятті, не опрацював тему самостійно, завдання викладача не виконав

### Заохочувальні бали

#### Заохочувальні бали за:

+ до 10 балів – аспіранта автору (винахіднику) ОПІВ, на який подана заявка чи отримано охоронний документ (тільки за умови подання комплекту матеріалів відповідно оформленої заявки);

#### Календарний рубіжний контроль

Проміжна атестація аспіранта (далі – атестація) є календарним рубіжним контролем. Метою проведення атестації є підвищення якості навчання студентів та моніторинг виконання графіка освітнього процесу студентами.

Критерій	Перша атестація	Друга атестація
Термін атестації	8-й тиждень	14-й тиждень
Умови отримання позитивної атестації		40

#### Семестрова атестація

Викладач виводить сумарну оцінку за балами викладача-лектора,

Таблиця переведення рейтингових балів за університетською шкалою.

Рейтингові бали	Оцінка за університетською шкалою
95-100	Відмінно
85-94	Дуже добре
75-84	Добре
65-74	Задовільно
60-64	Достатньо
60	Незадовільно
Невиконання умов допуску	Не допущено

#### 9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Аспірант може отримати до 10-ти заохочувальних балів, за підготовку і публікацію статті, патента, доповіді на конференції

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено професором кафедри КМ, ММІ, д.т.н., проф. Струтинським В.Б.



Ухвалено кафедрою Конструювання машин (протокол № 13 від 24.06.2024 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету<sup>1</sup> (протокол № 11 від 28.06.2024 р.)

---

<sup>1</sup> Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.